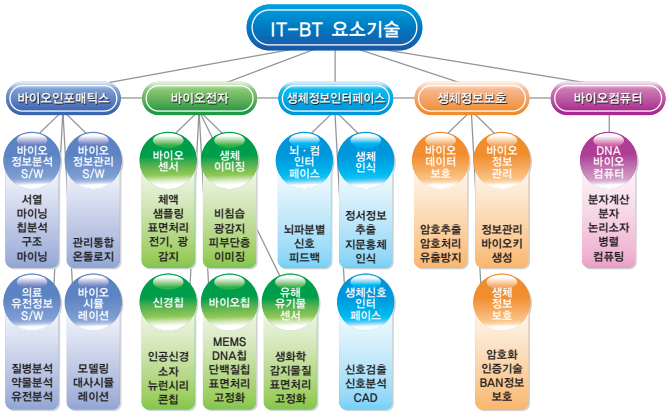
Guide to Digital Healthcare

Digital Healthcare 관련 부품 소개

현대사회는 고령화사회로 노인인구의 증가와 삶의 질 향상에 대한 욕구로 증가하는 헬스케어에 대한 수요를 충족시키기 위하여 보편화된 유비쿼터스 네트워크를 통해 모든 사람들은 다양하고 전문화된 디지털 헬스케어 서비스를 제공받게 된다. 디지털 헬스케어 서비스는 고령사회의 급증하는 의료비용을 절감시키는 원동력이 되며, 국민 대다수가 언제 어디서나 안전하고 편안한 헬스케어 서비스를 제공받는 새로운 형태의 의료복지시스템의 출현이 더욱 용이해질 것이다. 이러한 디지털 헬스케어의 핵심 품목은 바이오인포매틱스, 바이오전자, 생체정보인터페이스, 생체정보보호, 바이오컴퓨터 등 크게 5개 품목으로 구분된다.



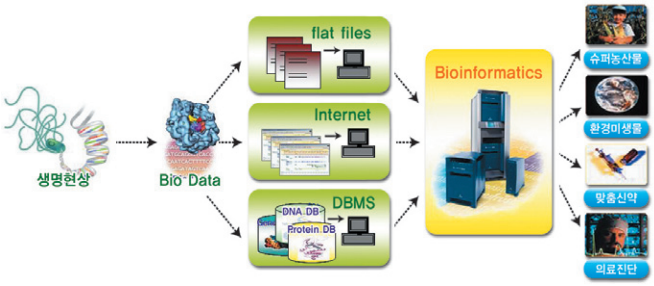
〈그림 1〉 디지털 헬스케어의 핵심 품목 및 요소기술

〈표 1〉 디지털 헬스케어의 핵심 품목 주요내용

품목	기술 내용
바이오 인포매틱스	바이오 데이터 분석, 대용량의 바이오 데이터의 검색 및 관리, 질병과 약물 반응의 유전적 요인 추출 및 검색, 세포내 유전자, 단백질 및 각종 화합물의 시공간적 기작을 컴퓨터로 모델링하고 시뮬레이션하는 S/W 기술
바이오전자	생체 정보를 전기적 신호, 광학적 신호, 기타 신호로 검출하는 센서, DNA, 단백질, 세포, 신경 등과 같은 생체 물질을 반도체와 같은 무기물 위에 조합하여 기존 반도체 칩형태로 만든 장치, 센서 어레이와 혈액과 같은 생체샘플을 처리하고, 가공할 수 있는 유체제어 기술, MEMS 기술이 칩상 결합되어 이루어지는 장치 기술 등
생체정보 인터페이스	뇌파를 이용한 컴퓨터 인터페이스, 생체 정보를 이용한 생체인식, 생체신호를 이용한 인체정보의 획득, 처리, 인식하는 기술 등
생체정보보호	바이오 물질 암호추출, 암호처리 및 유출 방지, 바이오 정보 관리 및 바이오키 생성, 바이오 정보 암호화, 인증기술 및 BAN 정보보호 기술 등
바이오컴퓨터	DNA를 이용하여 연산 모델 기술 개발 등을 통한 정보처리, 정보저장, 분자진단 및 치료 등에 응용 가능한 기술, 질병진단 규칙을 용액상 DNA 데이터로부터 학습하여 분자 진단 및 치료 등에 응용기술 등

가. 바이오인포매틱스

바이오인포매틱스 기술은 생물학 실험(BT)과 컴퓨터 정보처리(IT)를 융합한 새로운 연구 분야로 실험을 통하여 얻어진 대용량 바이오 데이터(인간의 유전 정보 등)를 정보통신 인프라를 기반으로 하는 컴퓨터를 이용하여 저장, 분석 관리하는 기술이며, 각종 응용 분야(신약개발, 의료진단, 농산물 개량 등)에 활용 가능하다.



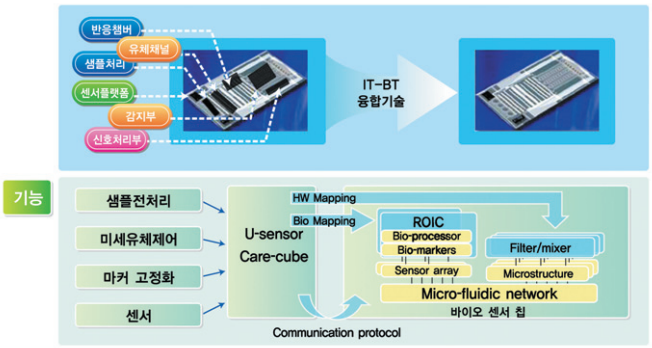
〈그림 2〉 바이오인포매틱스 기술 개념도

- 바이오 정보 분석 S/W 기술
  - 의료 진단 및 신약 개발을 지원하기 위하여 다양한 종류의 생물학적 데이터를 획득, 저장, 분석 및 해석하기 위하여 사용되는 소프트웨어 기술
  - 유전정보 분석 기술, 단백질 구조 분석 기술, 화합물 분석 기술, 생체대사 및 생리 분석 기술, 환경 생태 정보 분석 기술
- 바이오 정보 관리 S/W 기술
  - 바이오 정보를 효율적으로 관리하고 사용하기 위한 기술
  - 바이오 정보 DB 구축 기술, 바이오 정보 검색 및 교환 기술
- 의료 유전정보 S/W 기술
  - 바이오 정보를 이용 질병, 약물, 유전자 등을 분석하는 기술
- 바이오 시뮬레이션 기술
  - 질병 등 생체기능에 관련된 원인과 대사과정을 컴퓨터로 도식화하고, 예측하는 기술로 대용량 바이오 데이터를 기반으로 세포내의 유전자, 단백질 및 각종 화합물의 시공간적 기작을 컴퓨터로 모델링하고 시뮬레이션 하는 기술

나. 바이오 전자

바이오전자는 IT-BT 융합기술에서 핵심 부품인 바이오센서, 그리고 최근에 시장 수요가 급증하고 있고 전 세계적으로 활발히 연구가 진행되는 바이오칩과 생체이미징 등을 포함하는 장치(transducer) 혹은

소자(device)이다. 또한 유비쿼터스 기반 건강 모니터링 시스템에 사용될 바이오 정보 및 환경 센서칩 기술로서 다양한 기능을 칩 상에서 집적화시켜 전문화된 U-lifecare를 구현한다.



〈그림 3〉 바이오 센서칩 기술 개념도

- 바이오센서 : 혈압, 체온, 혈당, 호흡가스, 혈액, 체액 등 측정 대상물(Bio-chemical receptor)로부터 정보를 검지 또는 측정하여 그 측정량을 인식 가능한 유용한 신호로 변화시키는 장치이다.
- 바이오칩 : 생물에서 유래한 효소, 단백질, 항체, DNA(유전자), 미생물, 동식물세포, 신경세포 등과 같은 생체 유기물과 반도체와 같은 무기물을 조합하여 기존의 반도체칩 형태로 만든 소자이다. 또한 실질적으로 IT와 BT가 기능적으로 융합되는 원천 기술로서 감지, 처리, 신호전송 등이 하나의 칩 위에서 동시에 자동적으로 처리되는 대량검색, 다중 진단을 위해 필수적인 기술이다.
- 생체이미징 : 비침습적인 방법으로 피부, 망막, 치아 등 생체표피조직의 영상을 획득하는 광 단층촬영 기술이다. 생체표피조직의 구조를 비침습적으로 단층촬영하기 위한 차세대 핵심 감지 기술로서 실시간 고분해능 생체이미징, 치료과정 모니터링, 피부건강모니터링 등 비절개적 실시간 모니터링에 필수이다.
- 유해 유기물 센서 : 인체에 유해한 각종 유기물(휘발성 유기화합물, 수질오염물, 잔류농약 등)을 실시간으로 혹은 간헐적으로 감지할 수 있고, 고신뢰성 및 다중 측정이 가능하도록 칩 형태로 만든 소자이다.

다. 생체정보 인터페이스

뇌파, 안전도, 근전도, 심전도, 맥파, 호흡신호, 혈압, 체온, 엑스선 영상, 초음파영상 등 각종 형태의 생체정보의 처리, 분석, 인식을 통하여 새로운 정보통신 서비스를 가능하게 하는 인터페이스이다. 21세기 유비쿼터스 환경에서 각종 센서를 통한 생체정보의 수집이 가능해지고 이를 통한 각종 서비스가 등장할 것이며, 이를 위해 수집된 생체정보를 분석, 처리, 인식하기 위한 생체정보 인터페이스가 요구된다. 생체신호 인터페이스 기술은 vital sign과 생체영상신호 등 각종 형태의 생체신호를 처리, 분석하여 정보통신 서비스를 제공하는 인터페이스 기술로서 생체신호의 종합 분석 기술로 진화할 전망이다. 생체신호를 이용한 건강 및 질병 모니터링의 핵심기술로 고령사회에서 폭발적으로 증가하는 사회적 의료비용을 줄이고, 웰빙 등 건강에 대한 수요를 충족시키기 위한 고부가가치 핵심 기술이다.

라. 생체 정보보호

개인의 생체 데이터 또는 정보를 안전하게 획득, 저장, 전송 및 보호/관리하기 위한 암호화 및 인증기술이며, 유비쿼터스 환경하에서의 정보보호는 기존의 PC 레벨이 아닌 각종의 소형화된 단말장치, 유비쿼터스 망 및 센서 노드 등을 위한 매우 경량화된 기술을 요구한다. IT-BT 융합을 통한 새로운 서비스 창출을 위해서는 이러한 문제에 대한 해결이 필수적이며, 이는 고유성을 갖는 생체정보를 이용한 새로운 개념의 기술 개발이 필요하다. 생체 정보보호 기술은 인간의 생체정보를 이용한 바이오 데이터 보호와 바이오 정보 관리 등으로 구분된다.

- 바이오 데이터 보호는 바이오 물질로부터 생성된 바이오 암호 즉, 신호를 취득·습득하는 바이오물질 암호 추출 기술과 이 암호를 처리 분석하는 바이오물질 암호 처리기술 또는 이런 바이오 정보의 유출을 방지하기 위한 바이오 정보 유출 방지 기술로 구분된다.
- 바이오 정보 관리기술은 바이오인증 시스템의 최근 눈부신 도약에 힘입어 발달되고 있음에도 불구하고 사용자의 거부감과 바이오정보의 유출에 의한 개인 프라이버시에 대한 문제가 제기된다. 특히, 바이오정보는 패스워드나 PIN과 달리 변경이 불가능하여 타인에 의한 도용시 심각한 문제가 야기된다.

마. 바이오 컴퓨터

바이오 컴퓨터는 DNA를 비롯한 bio-molecule을 이용하여 연산 모델 기술 개발 등을 통한 정보처리, 정보저장, 분자 진단 및 치료 등에 응용 가능한 기술이다. 바이오 컴퓨터 기술은 크게 3가지 방향으로 발전할 전망이다. IT 분야에서는 NP-complete 문제와 같은 기존 컴퓨터에서 해결할 수 없는 계산 문제들을 풀려는 시도가, NT 즉 나노기술 분야는 DNA의 나노 수준에서의 자기조립 특성을 이용하여 새로운 나노구조를 만들고 이를 응용하려는 시도가, BT 분야는 생명과학, 의약학 분야에서 새로운 분자 진단이나 치료 등에 DNA 컴퓨터를 이용하려는 기술이 개발될 것이다. 현재 컴퓨터가 수행하지 못하는 사람 두뇌의 정보처리 영역에 있어서 바이오컴퓨터는 새로운 수요를 창출하게 될 것으로 예상되며, 이는 BT와 NT 기술 개발 과정의 요소기술 개발과 축적을 통해서 IT 분야에서 새로운 응용을 찾게 될 것으로 판단된다. 인간의 DNA 정보가 밝혀진 이래로 바이오분자 컴퓨터 특히 DNA 분자 컴퓨터 개발이 가능하다고 판단됨에 따라 파급 효과가 큰 산업이 될 것으로 전망된다.

〈그림 4〉 Gene 분석용 세계 최초 DNA 컴퓨터

[참고문헌]

[1] IT-BT-NT 융합기술 발전방안 수립을 위한 기획연구, ETRI, 2005. 12.